

水力计算手册

武汉水利电力学院水力学教研室编

水利电力出版社

内 容 提 要

本书是一本实用性的水力计算手册。书中系统地介绍了中小型水利水电工程中经常遇到的水力计算方法和大型水利水电工程中的某些水力计算问题，并适当地概述了水力学的基本理论。

全书共分九篇：第一篇介绍水力学的基本理论；第二篇为渠道的水力计算；第三、四、六篇为堰、闸、溢洪道和隧洞的过水能力、下游消能及其他有关的水力计算；第五篇为渗流计算；第七篇为渠系建筑物的水力计算；第八篇为河道及河工建筑物的水力计算；第九篇为溃坝的水力计算。

本书可供从事水利水电建设的设计、施工、管理及科研方面的技术人员使用，也可供有关高等院校和中等技术学校的师生参考。

3305/14

水 力 计 算 手 册

武汉水利电力学院水力学教研室编

(根据水利出版社纸型重印)

*

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 21.625印张 569千字

1980年12月第一版

1983年6月新一版 1983年6月北京第一次印刷

印数00001—15100册 定价 4.10元

书号 15143·5137

前 言

本书介绍中小型水利水电工程中经常遇到的水力计算方法 and 大型水利水电工程中的某些水力计算问题，并简要地介绍水力学的基本理论。在编写过程中，注意了吸收国内外生产实践的经验 and 科研成果，力求反映我国水利建设的实际。为了便于应用，在安排上，部分篇章采用了以建筑物为中心，尽可能多列图表，并对某些较为复杂的计算内容附有算例。

在编写过程中，我们得到了许多单位的热情鼓励，在审稿会上，陕西省水利科学研究所、华北水利水电学院、大连工学院、电力部东北勘测设计院科研所、湖南省水利电力设计院、长江水利科学研究院、南京水利科学研究所、广东省水利水电科学研究所等单位的同志对初稿提出了宝贵的意见，这对提高本书的质量起了很大的作用。此外，还有不少单位通过书面提供了意见和资料。这些热情的帮助使我们深受教育，也是我们在工作中的巨大动力，在此一并表示感谢。

参加本书编写工作的同志有：第一篇，梁在潮；第二篇，李炜、黄克中，另农水系水工教研室谢景惠初期曾参加工作；第三篇，梁在潮、黄景祥，另徐孝平、李步群初期曾参加部分工作；第四篇，李炜、陈菊清、梁在潮，另水工水力学研究室胡诚义初期曾参加部分工作；第五篇，黄克中；第六篇，黄克中，另郑邦民初期曾参加工作；第七篇，陈菊清、李炜；第八篇，徐正凡、黄景祥；第九篇，徐正凡。由黄克中、梁在潮对全书进行统稿。在编写本书初期，由我院副院长王宏硕教授直接领导，后来也不断得到他的大力支持。

本书存在的缺点错误和其他不足之处，请广大读者指正。

编 者

1979年8月

目 录

前 言

第一篇 水力计算基础

第一章 水流运动形态及液体的物理性质	1
§ 1-1-1 水流运动类型	1
一、有压流和无压流 二、恒定流和非恒定流 三、均匀流和非均匀流, 渐变流和急变流 四、一度流、二度流和三度流	
§ 1-1-2 水流内部流态	5
一、层流和紊流 二、急流和缓流	
§ 1-1-3 几种局部水流现象	9
一、离解和漩涡 二、水跃和水跌	
§ 1-1-4 液体的物理性质	12
一、密度和重率 二、压缩性 三、粘滞性 四、表面张力	
第二章 静水压力的计算	16
§ 1-2-1 静水压强特性及分布规律	16
一、压强 二、静水压强特性 三、静水压强的分布规律	
§ 1-2-2 静水压强的计算	18
一、计算公式 二、测压管水头 三、等压面 四、非重力液体相对平衡下的几种典型情况的计算	
§ 1-2-3 平面静水总压力的计算	21
一、图解法 二、分析法	
§ 1-2-4 曲面静水总压力的计算	24
一、总压力计算 二、二度曲面上的总压力计算	
第三章 水流运动的基本规律	28
§ 1-3-1 液体运动的连续性方程	28
一、液体运动的连续性微分方程式 二、液体总流的连续性方程	
§ 1-3-2 液体运动方程	29
一、纳维尔~斯托克斯(Navier~Stokes)方程 二、欧拉(Euler)运动方程 三、雷诺(Reynolds)方程	

§ 1-3-3	水流动量方程	32
§ 1-3-4	水流能量方程	33
	一、恒定流总流的能量方程 二、能量方程各项的物理意义和几何意义 三、总流能量方程的应用条件 四、有分流(或汇流)的总流能量方程	
§ 1-3-5	水流的能量损失	36
	一、能量损失分类及叠加原理 二、均匀流的切力分布 三、均匀流沿程能量损失的计算公式 四、局部能量损失的计算公式	
第四章 有压管道恒定流		56
§ 1-4-1	简单管道	56
	一、水力计算的基本公式 二、管道直径的选择	
§ 1-4-2	复杂管道	58
	一、串联管道 二、并联管道	
§ 1-4-3	连续均匀泄流管道	62
§ 1-4-4	管网	62
	一、树枝状管网 二、环状管网	
第五章 明渠水流		68
§ 1-5-1	明渠均匀流	68
	一、明渠均匀流的基本计算式 二、明渠均匀流的力学实质	
§ 1-5-2	明渠非均匀流	69
	一、棱柱体渠道和非棱柱体渠道 二、断面单位能量, 陡坡, 缓坡, 临界坡 三、棱柱体渠道恒定渐变流的水面曲线类型	
§ 1-5-3	明渠非恒定流基本方程式	73
参考资料		73

第二篇 渠道的水力计算

第一章 渠道水力计算中有关参数的确定		74
§ 2-1-1	渠道断面型式及其过水断面、湿周和水力半径的计算	74
§ 2-1-2	渠道边坡系数和渠堤超高的确定	75
	一、边坡系数的确定 二、渠堤超高的确定	
§ 2-1-3	舍齐系数 C 值的计算	79
	一、清水渠道的糙率值 二、挟沙水流渠道的糙率值 三、渠道的综合糙率 四、渠道的冰盖糙率	

§ 2-1-4	渠道纵向底坡的选择	83
§ 2-1-5	渠道弯曲半径的确定	86
§ 2-1-6	渠道不冲流速的计算	87
	一、清水渠道的不冲流速 二、挟沙水流渠道的不冲流速	
§ 2-1-7	渠道不淤流速的计算	92
第二章 渠道设计的水力计算方法		94
§ 2-2-1	渠道断面水力要素的基本计算方法	94
§ 2-2-2	清水渠道断面的水力计算方法	95
	一、渠道水力最优断面的计算方法 二、渠道实用经济断面的计算方法	
§ 2-2-3	挟沙水流渠道设计的水力计算方法	99
	一、黄河中下游地区采用的计算方法 二、西北黄土地区采用的计算方法	
第三章 渠道非均匀流水面曲线的计算方法		103
§ 2-3-1	控制水深	104
§ 2-3-2	分段求和法	105
§ 2-3-3	水力指数法	109
	一、正坡渠道 二、平底渠道 三、逆坡渠道	
参考资料		115

第三篇 堰、闸泄流能力和溢洪道的水力计算

第一章 宽顶堰流		118
§ 3-1-1	堰型及水流特性	118
§ 3-1-2	宽顶堰自由溢流的流量计算	119
	一、堰流的基本计算式 二、有底坎宽顶堰流的流量系数	
	三、无底坎宽顶堰流的流量系数 四、侧收缩系数	
§ 3-1-3	宽顶堰淹没溢流的流量计算	128
	一、淹没堰流基本计算式 二、宽顶堰淹没系数	
§ 3-1-4	宽浅式溢洪道进口的泄流量计算	129
	一、进口为棱柱体平底槽，且 $\delta/H \leq 10$ 二、进口为棱柱体平底槽，且 $\delta/H > 10$ 三、进口为棱柱体缓坡明槽，且 $\delta/H > 10$ ，但槽长仍较短 四、进口为棱柱体缓坡明槽，且槽身很长	

第二章 实用堰流和侧堰	131
§ 3-2-1 WES标准型剖面及其流量计算	131
一、堰型 二、流量系数 三、淹没系数 四、侧收缩系数	
§ 3-2-2 克-奥型剖面及其流量计算	139
一、堰型 二、流量系数 三、淹没界限及淹没系数 四、侧收缩系数	
§ 3-2-3 有胸墙的溢流	149
一、堰顶曲线 二、泄流量计算	
§ 3-2-4 折线型低堰	151
一、堰型 二、流量系数 三、淹没界限及淹没系数	
§ 3-2-5 驼峰堰	153
§ 3-2-6 侧堰	156
一、分水角为锐角时的侧堰水力计算 二、分水角为直角时的侧堰水力计算	
第三章 闸孔出流	160
§ 3-3-1 闸孔自由出流和淹没出流的判别及泄流能力的基本计算式	160
一、闸孔出流流态的判别准则 二、基本计算式	
§ 3-3-2 闸孔自由出流的流量系数	163
一、当闸底坎为宽顶堰(有坎或平底) 二、当闸底坎为曲线型实用堰	
§ 3-3-3 闸孔出流的淹没系数	164
第四章 溢洪道	166
§ 3-4-1 河岸式正堰溢洪道	166
一、陡槽掺气水深的计算 二、明渠急流冲击波的计算 三、气蚀问题	
§ 3-4-2 竖井式溢洪道	174
一、有平顶段的竖井式溢洪道 二、无平顶段的竖井式溢洪道	
§ 3-4-3 河岸式侧槽溢洪道	178
一、侧槽溢洪道的水流状态 二、侧槽的形式 三、侧槽水面的计算 四、侧槽水流控制断面的确定 五、侧槽首端槽底高程及槽首断面水深的确定	
参考资料	190

第四篇 泄水建筑物下游消能防冲的水力计算

第一章 水跃	192
§ 4-1-1 矩形断面棱柱体渠槽的自由水跃	192
一、矩形断面平底渠槽的自由水跃	
二、矩形断面正坡渠槽的自由水跃	
三、矩形断面逆坡渠槽的自由水跃	
§ 4-1-2 矩形断面扩散渠槽的自由水跃	198
一、共轭水深的基本计算式	
二、跃长计算式	
第二章 底流式消能防冲的水力计算	200
§ 4-2-1 水流衔接状态的判别	200
一、水流衔接状态的判别准则	
二、收缩水深的计算	
三、跃后水深和下游水深的确定	
四、消能工设计流量的确定	
§ 4-2-2 底流式消能工的水力计算	204
一、消力池的水力计算	
二、消力坎的水力计算	
三、综合式消力池的水力计算	
四、辅助消能工	
五、几种消能工的介绍	
§ 4-2-3 海漫和下游局部冲刷	222
一、海漫长度的确定	
二、海漫下游的局部冲刷	
第三章 挑流消能的水力计算	225
§ 4-3-1 挑流衔接的特性和挑流消能	225
§ 4-3-2 鼻坎型式与尺寸的选择	226
一、鼻坎型式的选择	
二、连续式鼻坎的尺寸	
三、差动式鼻坎的尺寸	
§ 4-3-3 挑流射程的计算	228
一、鼻坎至下游水面的挑距	
二、水面以下水舌长度的水平投影	
三、总挑距	
§ 4-3-4 冲刷的计算	231
一、冲刷坑深度的估算	
二、许可的冲刷坑最大后坡	
第四章 面流消能的水力计算	236
§ 4-4-1 面流流态	236
§ 4-4-2 形成面流衔接的基本条件	238
§ 4-4-3 面流衔接的水力计算	240
一、面流流态界限值的计算	
二、面流消能下游的导墙长度	
§ 4-4-4 面流消能的水力设计原则和步骤	245

第五章 消力戽的水力计算	251
§ 4-5-1 戽流流态	252
§ 4-5-2 连续式消力戽的水力计算	253
一、连续式消力戽的尺寸选择 二、下游水流衔接和冲深计算	
§ 4-5-3 连续式消力戽的水力计算方法和步骤	261
§ 4-5-4 差动式消力戽的水力计算	265
参考资料	275

第五篇 渗流计算

第一章 堰闸地基的渗流计算	279
§ 5-1-1 直线比例法	279
§ 5-1-2 阻力系数法	281
一、地基的分段 二、地基计算的有效深度 三、各段水头损失和单宽渗流量的计算 四、对进出口处水头损失的修正 五、作扬压力图 六、出口渗流坡降的计算	
§ 5-1-3 流网法	291
一、绘制流网时应注意的问题 二、根据流网图求渗流的水力要素	
§ 5-1-4 分层土及各向异性土的堰闸地基渗流计算	296
一、分层土的堰闸地基渗流计算 二、各向异性土的堰闸地基渗流计算	
§ 5-1-5 堰闸地下轮廓具有排水设备的渗流计算	298
一、平底板内设置排水 二、设置排水减压井 三、护坦上开冒水孔	
第二章 土坝的渗流计算	303
§ 5-2-1 均质土坝的渗流计算	303
一、均质土坝在不透水地基上, 无排水设备 二、均质土坝在不透水地基上, 有排水设备 三、均质土坝在透水地基上, 有排水设备或无排水设备	
§ 5-2-2 心墙土坝的渗流计算	306
一、心墙土坝在不透水地基上, 无排水设备 二、心墙土坝在不透水地基上, 有排水设备 三、心墙土坝在有限透水地基上, 心墙筑至不透水层, 无排水设备 四、心墙土坝在有限透水地基上, 心墙筑至不透水层, 有排水设备	

§ 5-2-3 斜墙土坝的渗流计算	311
一、斜墙土坝在不透水地基上,有排水设备 二、斜墙土坝在有限透水地基上,有齿墙,有排水设备 三、斜墙土坝在有限透水地基上,有铺盖,有排水设备	
§ 5-2-4 库水位下降时土坝浸润线的计算	319
一、计算的原则 二、均质土坝在库水位下降时浸润线的解析解法 三、心墙土坝在库水位下降时浸润线的计算 四、时段流网法	
§ 5-2-5 坝基设截水帷幕的土坝渗流计算	332
§ 5-2-6 土坝下游设减压井的渗流计算	334
第三章 水工建筑物的渗透绕流计算	336
§ 5-3-1 堰闸与土坝联结的绕渗计算	336
一、典型区段I的渗流水力要素计算式 二、典型区段II的渗流水力要素计算式 三、典型区段III的渗流水力要素计算式 四、典型区段IV的渗流水力要素计算式 五、典型区段V的渗流水力要素计算式 六、区段边界处渗流水深的确定	
§ 5-3-2 堰闸与岸坡联结的绕渗计算	347
一、坝端与岸边的联结为半圆形或平面 二、坝端与岸边的联结设置刺墙 三、坝端与岸边的联结为阶梯形并设置刺墙	
§ 5-3-3 流网法	352
第四章 井的渗流计算	355
§ 5-4-1 无压井的渗流计算	356
一、无压完全井 二、无压非完全井	
§ 5-4-2 有压井的渗流计算	358
一、有压完全井 二、有压非完全井	
§ 5-4-3 半有压完全井的渗流计算	359
§ 5-4-4 位于供水或不透水直线边界附近的水井渗流计算	360
一、位于供水直线边界附近的完全井 二、位于不透水直线边界附近的完全井 三、位于相互垂直的不透水边界附近的完全井	
§ 5-4-5 井群的渗流计算	362
一、无压完全井井群 二、有压完全井井群 三、有压非完全井井群 四、无压非完全井井群	
§ 5-4-6 接近直线供水边界的直线井群渗流计算	363

一、无压完全井井群 二、有压完全井井群 三、有压非完全井井群 四、无压非完全井井群	
§ 5-4-7 分层土中井的渗流计算	364
一、分层计算法 二、势函数法	
§ 5-4-8 井的非恒定渗流计算	368
第五章 渠道的渗漏计算	370
§ 5-5-1 渠道渗漏的过程	370
一、自由渗漏 二、顶托渗漏	
§ 5-5-2 渠道自由渗漏计算	371
一、地下水埋藏很深时的恒定渗漏 二、渠底下不远处有强透水层的恒定渗漏 三、地下水位在渠底下不远处的恒定渗漏	
§ 5-5-3 渠道顶托渗漏计算	376
§ 5-5-4 分层土及各向异性土渠道的渗漏计算	376
一、分层土渠床 二、各向异性土渠床	
§ 5-5-5 有防渗措施的渠道自由渗漏	378
一、全部渠面有土质防渗层 二、全部渠面有非土质防渗层	
第六章 土的渗流变形	381
§ 5-6-1 渗流变形的形式	381
§ 5-6-2 渗流变形形式的判别	382
§ 5-6-3 渗流稳定的控制	385
一、堰闸地基水平渗流坡降的允许值 二、水工建筑物下游渗流逸出坡降的允许值	
参考资料	387

第六篇 水工隧洞的水力计算

第一章 隧洞水流的基本水力计算	390
§ 6-1-1 隧洞的水流流态及其判别	390
一、隧洞水流的流态及其演变 二、隧洞自由出流时流态演变的界限值	
§ 6-1-2 有压流的基本水力计算	394
一、基本计算公式 二、基本的水力计算内容和方法	
§ 6-1-3 无压流的基本水力计算	399
一、短洞与长洞 二、短洞的水力计算 三、长洞的水力计算	

四、净空面积和净空高度	
§ 6-1-4 半有压流的基本水力计算	409
一、半有压短洞和半有压长洞的长度界限	
二、计算公式和计算方法	
§ 6-1-5 进口段设置有压短管的无压泄流隧洞的基本水力计算	413
一、洞身为无压流的水流状态	
二、泄流能力的计算	
三、掺气水流的水深	
第二章 隧洞各种过渡段的形式	417
§ 6-2-1 有压进口的边界曲线	417
一、两面收缩和顶面收缩的矩形断面进口	
二、四面收缩和三面收缩的进口	
§ 6-2-2 进口有压短管的体形	419
§ 6-2-3 渐变段的体形	421
§ 6-2-4 出口及其急流联结段的形式	423
§ 6-2-5 转弯半径	425
§ 6-2-6 分岔的形式	425
第三章 水工隧洞的一些特殊水力学问题	426
§ 6-3-1 通气管的面积	426
§ 6-3-2 平板闸门的门槽形式	428
§ 6-3-3 平板闸门上的动水压力	430
一、面板上的动水压力	
二、底缘上游面的上托力和下游面的下吸力	
三、门顶的水柱压力	
§ 6-3-4 闸门的振动问题	433
§ 6-3-5 不衬砌和部分衬砌岩石隧洞的糙率	434
参考资料	436

第七篇 渠系建筑物的水力计算

第一章 配(泄)水建筑物	438
§ 7-1-1 分水闸	438
一、开敞式分水闸	
二、涵管式分水闸	
§ 7-1-2 退水闸、泄洪闸、节制闸	442
§ 7-1-3 纵向底格栅型引水及跌水	442

一、坝顶栅孔过水流量的计算	二、置于渠道上的跌水消能底	
栅的水力计算		
第二章 落差建筑物		445
§ 7-2-1 陡坡		445
一、进口段	二、陡坡段	三、消能出口段
§ 7-2-2 跌水		454
一、单级跌水	二、多级跌水	
第三章 交叉建筑物		460
§ 7-3-1 渐变段的设计		461
一、进口收缩渐变段	二、出口扩散渐变段	
§ 7-3-2 渡槽的水力计算		463
一、槽身底坡的确定	二、槽身断面的设计	三、渡槽水面总
降落值的计算	四、进出口底板高程的确定	五、渡槽支墩的
埋设深度		
§ 7-3-3 倒虹吸管的水力计算		470
一、各组成段对水力设计的要求	二、水面衔接和流量计算	
三、沉砂池		
§ 7-3-4 桥孔的水力计算		480
一、流经桥孔水流的流态	二、桥孔尺寸的确定	
第四章 量水建筑物		483
§ 7-4-1 量水堰		483
一、直角三角形薄壁堰	二、矩形薄壁堰	三、梯形薄壁堰
§ 7-4-2 巴歇尔量水槽		486
一、槽身尺寸的确定	二、量水槽流量的计算	
参考资料		489

第八篇 河道的水力计算

第一章 河道恒定流水面曲线计算		490
§ 8-1-1 水面曲线基本方程式		490
一、基本方程式	二、沿程水头损失的计算	三、动能改正系
数	四、局部水头损失的计算	
§ 8-1-2 水面曲线计算方法		497
一、逐段试算法	二、图解法	三、确定水库回水曲线的简易
近似法	四、河床变形后水面曲线的推求	

§ 8-1-3	水面曲线计算的基本资料及其分析	539
	一、基本资料的内容 二、对地形资料的要求和分析 三、水力半径的计算 四、河道的分段 五、河道的糙率	
§ 8-1-4	水面曲线计算条件的确定	555
	一、坝前水位和入库流量的确定 二、沿程计算流量 三、决定回水计算的开始断面 四、多砂河流水库回水计算中的淤积年限	
第二章	弯道水流及裁弯工程的水力计算	560
§ 8-2-1	弯道水流特性	560
	一、环流的形成 二、环流运动对河床演变的影响	
§ 8-2-2	弯道水流的水力特征值	562
	一、环流流速分布公式 二、弯道横向水位差 三、弯道最大冲深值	
§ 8-2-3	最优取水口的位置选择	568
§ 8-2-4	裁弯工程的水力计算	570
	一、规划设计裁弯的一些参考数据 二、裁弯取直的水力计算	
第三章	防护工程的水力计算	578
§ 8-3-1	抛石防护	578
	一、石块尺寸的确定 二、抛石距离的计算	
§ 8-3-2	块石护坡	583
§ 8-3-3	水下沉排护坡	583
第四章	河工建筑物的壅水和渗流量计算	584
§ 8-4-1	丁坝的壅水和渗流量计算	584
	一、丁坝壅水高度的计算 二、丁坝孔口的流速校核 三、丁坝坝体的渗流量计算	
§ 8-4-2	潜坝的壅水和渗流量计算	587
	一、潜坝壅水高度的计算 二、校核潜坝坝顶流速 三、潜坝渗流量的计算	
§ 8-4-3	锁坝的壅水和渗流量计算	589
第五章	整治建筑物的冲刷计算	592
§ 8-5-1	丁坝的局部冲刷计算	592
§ 8-5-2	锁坝的局部冲刷计算	596
§ 8-5-3	护岸的冲刷计算	597

参考资料	598
------	-----

第九篇 溃坝的水力计算

第一章 溃坝的基本问题	602
§ 9-1-1 溃坝水力计算的目的	602
§ 9-1-2 溃坝的水力计算条件及基本资料	605
一、溃坝的水力计算条件 二、溃坝水力计算所需的基本资料	
§ 9-1-3 溃坝水流的基本方程式	607
一、不连续波基本方程式 二、非恒定渐变流圣·维南方程式	
第二章 溃坝水流的计算方法	612
§ 9-2-1 溃坝最大流量和溃坝初坝下游涌波的计算	612
一、大坝瞬时全溃场合 二、大坝瞬时横向局部一溃到底场合	
三、大坝瞬时垂向局部溃坝场合	
§ 9-2-2 坝址流量过程线的推求	636
§ 9-2-3 溃坝洪水向下游演进的简化计算	639
一、溃坝下游流量的计算 二、溃坝洪水传播时间和流量过程线	
参考资料	643
附图I 梯形、矩形、圆形断面临界水深求解图	645
附图II 梯形、矩形断面渠道均匀流水深求解图	646
附图III 梯形、矩形断面渠道均匀流底宽求解图	467
附表I 梯形、矩形断面临界水深求解表	648
附表II 舍齐系数 C 值表(根据曼宁公式 $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$)	652
附表III 舍齐系数 C 值表 (根据巴甫洛夫斯基公式 $C = \frac{1}{n} R^y$)	653
附表IV 正底坡棱柱形槽非均匀流函数表	658
附表V 逆底坡棱柱形槽非均匀流函数表	666
附表VI 单位换算表	674

第一篇 水力计算基础

水力计算的基本任务，可概括为以下几个主要方面：

- 1) 研究和控制建筑物及河渠的过水能力，为合理确定建筑物的型式和断面尺寸提供依据；
- 2) 研究和改善建筑物附近及河槽中的水流流态，为合理布置建筑物以保证正常运用和稳定安全提供依据；
- 3) 研究水流对建筑物、河床及地基的作用（如荷载、冲刷、气蚀等），为采取有效措施，消除水流对建筑物的破坏作用提供依据。

第一章 水流运动形态及 液体的物理性质

可根据以下几种观点，对水流运动形态进行分类：

- 1) 根据水流运动要素（如流速、压力等）在时间和空间的变化状态，将水流分成不同的类型；
- 2) 根据水流内部结构以及影响水流形态的内在因素进行分类；
- 3) 根据水流局部发生的特殊水流现象进行分类。

由于分类的出发点不同，加上水流形态的多样性，故同一种水流可具有几种类型的特点。

§ 1-1-1 水流运动类型

水流象其它事物一样，必须在一定的时间和一定的空间内运

动，当水流在某种具体边界条件下运动时，由于水流与边界相互作用和水流起始情况不同，因而产生了流速、压力等水流运动要素在时间和空间内有不同的变化状态，也就有不同的水流运动类型。

水流流速：一般可分为瞬时流速 u 、时均流速 \bar{u} 、脉动流速 u' 及断面平均流速 v 。它们之间的关系为：

$$u = \bar{u} + u' \quad (1-1-1)$$

$$v = \frac{\int_{\omega} \bar{u} d\omega}{\omega} = \frac{Q}{\omega} \quad (1-1-2)$$

式中 ω —— 过水断面面积；

Q —— 流量。

压力也可分成瞬时压强 p 、时均压强 \bar{p} 及脉动压强 p' ，它们之间的关系为：

$$p = \bar{p} + p' \quad (1-1-3)$$

本节用以区分水流运动形态的运动要素是指时均流速 \bar{u} 、时均压强 \bar{p} 等时间平均值。在本书后面的全部内容中，如无特别说明，就是针对时间平均值而言，但为了书写方便起见，就写为 u 、 p ……，而不写为 \bar{u} 、 \bar{p} ……了。

一、无压流和有压流

根据压力在空间的特征进行分类：

(一) 无压流

凡过水断面的周界不全部被固体边界所限制，具有自由表面的水流称为无压流。促使无压流流动的力，主要是重力，作用在自由表面上的压强为大气压，一个工程大气压以 10 吨/米² 计算。

(二) 有压流

水流充满封闭的固体边界，没有自由表面的水流称为有压流。促使有压流流动的力，主要是压力。

二、恒定流和非恒定流

根据水流运动要素随时间变化进行分类：